

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Общая астрофизика

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): старший преподаватель, к.н. Склянов А.С. (Кафедра астрономии и космической геодезии, Отделение астрофизики и космической геодезии), Aleksandr.Sklyanov@kpfu.ru ; Жуков Георгий Викторович

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ПК-1	Владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глобальных знаний фундаментальных физико-математических дисциплин

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методику интерпретации наблюдательных данных о звездах ;

Должен уметь:

- использовать наблюдательные данные для получения параметров звезд;

Должен владеть:

- методами определения фундаментальных параметров звезд и навыками выполнения астрономических расчетов.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.25 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.05.01 "Астрономия (Астрофизика и космология)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 92 часа(ов), в том числе лекции - 34 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 56 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 2 часа(ов).

Самостоятельная работа - 52 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Основы спектральной классификации звезд. Определение расстояний в астрономии.	5	2	0	0	0	6	0	0

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лаборато- рные работы, всего	Лаборато- рные в эл. форме	
2.	Тема 2. Шкала звездных величин. Фотометрические системы и их характеристики. Боллометрические поправки	5	4	0	0	0	8	0	10
3.	Тема 3. Поглощение света и его учет. Закон межзвездного поглощения от УФ до ближнего ИК.	5	4	0	0	0	8	0	10
4.	Тема 4. Элементы эволюции звезд. Термоядерные реакции в звездах. Предел Чандрасекара и фундаментальная масса звезды. Потеря массы Эволюция Солнца.	5	4	0	0	0	8	0	9
5.	Тема 5. Светимости звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Сводная диаграмма для рассеянных скоплений. Эволюционный смысл диаграммы. Оценки возраста звезд.	5	4	0	0	0	6	0	6
6.	Тема 6. Роль переменности в исследовании параметров и эволюции звезд. Многообразие переменных звезд (ПЗ). Период переменности. Диаграмма (O-C).	6	4	0	0	0	2	0	3
7.	Тема 7. Двойные звезды и определение масс. Определение параметров визуальных двойных и спектральных двойных. Затменные двойные звезды. Геометрия Роша. Соотношение "масса-светимость". Функция масс.	6	4	0	0	0	4	0	3
8.	Тема 8. Пульсирующие переменные. Зависимость "период-светимость". Определение радиусов пульсирующих звезд. Новые звезды. Сверхновые звезды и их остатки.	6	2	0	0	0	4	0	3
9.	Тема 9. Определение температур звезд. Прямой метод определения эффективной температуры. Полупрямые методы. Определение температур по непрерывному спектру, по показателям цвета и по Бальмеровскому скачку. Фотометрический метод определения температур.	6	2	0	0	0	4	0	3
10.	Тема 10. Определение радиусов звезд. Фотометрический метод. Интерферометрический метод определения радиусов звезд. Сводка определений радиусов звезд различными методами. Звездные интерферометры XXI века.	6	2	0	0	0	4	0	3
11.	Тема 11. Особенности строения и состава Солнечной системы. Методы обнаружения планет у других звезд. Статистика экзопланет. Заключение. Связь основных параметров звезд (диаграммы состояния звезд). Переменные звезды на диаграмме Г-Р.	6	2	0	0	0	2	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
	Итого		34	0	0	0	56	0	52

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### **Тема 1. Введение. Основы спектральной классификации звезд. Определение расстояний в астрономии.**

Постановка задачи определения фундаментальных характеристик звезд: масс, светимостей, радиусов и температур. Спектральная классификация звезд и ее физические основы.

Определение расстояний в астрономии: абсолютные методы определения расстояний, относительные методы определения расстояний. Точность в определении расстояний.

##### **Тема 2. Шкала звездных величин. Фотометрические системы и их характеристики. Боллометрические поправки**

Звездные величины и их связь с физическими величинами. Шкала звездных величин. Соотношение Погсона. Монохроматические, гетерохромные и абсолютные звездные величины. Фотометрические системы и их характеристики. Показатель цвета. Боллометрические поправки.

Диаграмма Герцшпрунга-Рессела.

##### **Тема 3. Поглощение света и его учет. Закон межзвездного поглощения от УФ до ближнего ИК.**

Поглощение света и его учет. Поглощение света в оптическом диапазоне.

Заатмосферные определения поглощения. Закон межзвездного поглощения от УФ до ближнего ИК.

Расстояния как база для определения характеристик звезд.

##### **Тема 4. Элементы эволюции звезд. Термоядерные реакции в звездах. Предел Чандрасекара и фундаментальная масса звезды. Потеря массы Эволюция Солнца.**

Элементы эволюции звезд. Термоядерные реакции в звездах. P-p и CNO -циклы. Реакции на тяжелых ядрах. Фундаментальная масса звезды.

Пределы Чандрасекара и Эддингтона ограничения масс звезд.

Потеря массы звездами. Эволюция Солнца.

##### **Тема 5. Светимости звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Сводная диаграмма для рассеянных скоплений. Эволюционный смысл диаграммы. Оценки возраста звезд.**

Светимости звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Положение звезд разного возраста на диаграмме Г-Р. Сводная диаграмма для рассеянных скоплений.

Возраст звезд. Эволюционный смысл диаграммы. Оценки возраста звезд.

##### **Тема 6. Роль переменности в исследовании параметров и эволюции звезд. Многообразие переменных звезд (ПЗ). Период переменности. Диаграмма (O-C).**

Роль переменности в исследовании параметров и эволюции звезд. Переменные звезды (ПЗ), многообразие переменных звезд (ПЗ).

Задача определения периодов ПЗ и их изменчивости.

Диаграмма (O-C). Полоса нестабильности на диаграмме Г-Р.

**Тема 7. Двойные звезды и определение масс. Определение параметров визуальных двойных и спектральных двойных. Затменные двойные звезды. Геометрия Роша. Соотношение "масса-светимость". Функция масс.**

Задача определение масс звезд. Элементы орбит двойных звезд. Определение масс и других параметров визуальных двойных и спектральных двойных. Затменные двойные звезды. Идеи методов Рессела-Мерилла и геометрия Роша. Особые случаи.

Соотношение "масса-светимость". Функция масс. Схема эволюции тесных двойных больших масс.

**Тема 8. Пульсирующие переменные. Зависимость "период-светимость". Определение радиусов пульсирующих звезд. Новые звезды. Сверхновые звезды и их остатки.**

Пульсирующие переменные. Статистика пульсирующих в нашей Галактике. Зависимость "период-светимость". Определение радиусов пульсирующих звезд методом Бааде-Весселинка.

Новые звезды. Сверхновые звезды и их остатки.

**Тема 9. Определение температур звезд. Прямой метод определения эффективной температуры. Полупрямые методы. Определение температур по непрерывному спектру, по показателям цвета и по Бальмеровскому скачку. Фотометрический метод определения температур.**

Определение температур звезд. Законы теплового излучения. Прямой метод определения эффективной температуры. Болометрическая поправка. Полупрямые методы. Определение температур по непрерывному спектру, по показателям цвета и по Бальмеровскому скачку. Фотометрические методы определения температур. Шкала эффективных температур.

**Тема 10. Определение радиусов звезд. Фотометрический метод. Интерферометрический метод определения радиусов звезд. Сводка определений радиусов звезд различными методами. Звездные интерферометры XXI века.**

Определение радиусов звезд. Фотометрический метод. Интерферометрический метод определения радиусов звезд. Метод покрытий звезд Луной. Сводка определений радиусов звезд различными методами.

Звездные интерферометры XXI века: возможности и основные результаты.

**Тема 11. Особенности строения и состава Солнечной системы. Методы обнаружения планет у других звезд. Статистика экзопланет. Заключение. Связь основных параметров звезд (диаграммы состояния звезд). Переменные звезды на диаграмме Г-Р.**

Особенности строения и состава Солнечной системы.

Методы обнаружения планет у других звезд. Статистика экзопланет.

Заключение. Связь основных параметров звезд (диаграммы состояния звезд). Переменные звезды на диаграмме Г-Р.

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

**6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**



Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Рудницкий Г.М. Конспект лекций по курсу "Радиоастрономия". Учебное пособие для студентов, Учебно-научный центр коллективного пользования на базе САО "Наземная астрономия" ФЦП "Интеграция", - <http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Rudnickij/index.htm>

Сайт Федерального Космического агентства - <http://www.federspace.ru/1272/>

физика космоса - [astronet.ru](http://astronet.ru)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Приоритетом современного образования является создание научно-образовательных центров (НОЦ), т. е. интеграция науки и образования. Такой подход обеспечивает будущему специалисту дополнительные знания и исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям после получения базового образования. Организация учебного процесса при изучении курса 'Общая астрофизика' соотносится с целями образования на современном этапе, а изучение некоторых разделов ориентировано на тематику научных исследований САО РАН. Основной формой подачи теоретического материала является лекция с использованием мультимедийной презентации по некоторым разделам и темам. В дальнейшем студенты могут пользоваться этим наглядным материалом.
лабораторные работы	При выполнении лабораторных работ обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять полученные результаты. Каждый студент должен подготовиться к защите своего маленького исследования. Чтобы хорошо разобраться в механизме исследуемого явления, надо научиться пользоваться рекомендованными учебно-методическими материалами.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Система вузовского обучения подразумевает самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. К выпускнику ВУЗа предъявляется достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников и систематизировать полученную информацию. Формирование такого умения происходит и в процессе изучения курса 'Общая астрофизика'. Студентам рекомендуется выполнить определенное количество часов, указанных в программе курса, самостоятельно.
зачет	Получение зачета предполагает освоение теоретического материала первой части курса, в которой рассматриваются основные физические параметры звезд, основы спектральной классификации звезд, закон межзвездного поглощения, диаграмма Герцшпрунга-Рессела и пр. (вопросы по темам представляются заранее) и выполнение комплексной лабораторной работы по определению коэффициентов атмосферной экстинкции.
экзамен	На экзамен выносятся вопросы по второй части курса, включающие исследование двойных и переменных звезд, элементы теории эволюции звезд, различные методы определения физических параметров звезд и т.д. Для допуска к экзамену должны быть выполнены 3 лабораторные работы, предусмотренные программой. Вопросы, выносимые на экзамен, предоставляются студентам заранее.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;



- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации "Астрофизика и космология".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

#### Основная литература:

1. Общий курс астрономии : учебник для студентов университетов: учебное пособие для университетов различного профиля / Э. В. Кононович, В. И. Мороз ; под ред. В.В. Иванова ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - Изд. 4-е. - Москва: URSS: [Либроком, 2011, 2017]. - 542 с.: ил. (НБ -75 экз.).
2. Гусейханов, М. К. Основы астрофизики : учебное пособие / М. К. Гусейханов. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-4037-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/114694> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Аккреционные процессы в астрофизике / П. К. Аболмасов, В. В. Журавлев, А. Ю. Кочеткова, Г. В. Липунова ; под редакцией Н. И. Шакуры. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-1633-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91161> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Засов, А. В. Астрономия : учебное пособие / А. В. Засов, Э. В. Кононович. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 256 с. - ISBN 978-5-9221-0952-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2370> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Фундаментальные космические исследования : монография : в 2 книгах. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Книга 1 : Астрофизика - 2014. - 452 с. - ISBN 978-5-9221-1549-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59705> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Сурдин, В. Г. Звезды : учебное пособие / В. Г. Сурдин. - 2-е изд., испр.и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 428 с. - ISBN 978-5-9221-1116-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2332> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Бескин, В. С. Осесимметричные стационарные течения в астрофизике : учебное пособие / В. С. Бескин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 384 с. - ISBN 5-9221-0646-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2113> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бескин, В. С. Гравитация и астрофизика : учебное пособие / В. С. Бескин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 158 с. - ISBN 978-5-9221-1054-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2114> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Миронов, А. В. Основы астрофотометрии. Практические основы фотометрии и спектрофотометрии звезд : учебное пособие / А. В. Миронов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 260 с. - ISBN 978-5-9221-0935-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59506> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Общая астрофизика / А. В. Засов, К. А. Постнов; МГУ, Физ. фак., Гос. астроном. ин-т им. П. К. Штернберга. - 3-е изд., [испр. и доп.]. - Фрязино: Век 2, 2006. - 496 с. (НБ -106 экз.).

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.